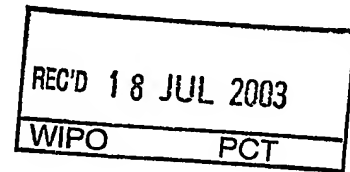


Rec'd PCT/PTO 15 OCT 2004



10/511295 #2



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 26 266.7

**Anmeldetag:** 7. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** KS Gleitlager GmbH, St Leon-Rot/DE

**Bezeichnung:** Gleitlagerverbundwerkstoff

**IPC:** B 32 B, C 08 J, F 16 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hoib

Anmelder:

KS Gleitlager GmbH  
Am Bahnhof 14

68789 St. Leon-Rot

Allgemeine Vollmacht: 4.3.5.-Nr.627/97AV

23600924

07.06.2002  
FRI/KOJ

**Titel:      Gleitlagerverbundwerkstoff**

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer metallischen Stützschiicht, gegebenenfalls mit einer darauf aufgetrachten porösen Trägerschiicht, und mit einer eine Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden bleifreien Gleitschiicht mit einem Gleitschiichtmaterial auf Kunststoffbasis.

Gleitlager aus Gleitlagerverbundwerkstoffen mit einer Gleitschiicht auf Kunststoffbasis haben in der Technik eine weite Verbreitung gefunden, und zwar für weitestreichende

Anforderungsbereiche, etwa im Hinblick auf die Belastbarkeit, Chemikalienbeständigkeit oder die Temperaturbeständigkeit. Es sind Thermoplaste bekannt und erhältlich, bei denen jedoch die Temperaturbeständigkeit nur für Betriebstemperaturen bis ca. 90° C gewährleistet werden kann; es sind dies beispielsweise ABS, Hochdruck-Polyethylen (HD-PE), PVC, Polysulfon (PS) und andere. Es existiert aber auch eine Anzahl von sogenannten technischen Thermoplasten, die sich für Einsatztemperaturen bis ca. 150° C eignen, wie z. B. POM, PET, PA.

Die vorliegende Erfindung betrifft solche Gleitlagerverbundwerkstoffe, die sich für den Einsatz bei Dauergebrauchstemperaturen von oberhalb 180° C eignen sollen. Sie sollen dabei aber auch sehr gute tribologische Eigenschaften und günstige mechanische Kennwerte im Hinblick auf Umformbarkeit sowie eine hohe Chemikalienbeständigkeit aufweisen. Zudem wird an den Gleitlagerverbundwerkstoff die Forderung gestellt, dass er sich in einem industriell durchführbaren Herstellungsverfahren produzieren lässt.

Diese Aufgabe wird durch einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Gleitlagerverbundwerkstoff mit Polyetheretherketon (PEEK) als matrixbildender Kunststoffkomponente erweist sich in Verbindung mit den weiteren beanspruchten Komponenten als hochtemperaturstabil, d. h. er kann bei Temperaturen oberhalb von 180° C, beispielsweise 190 bis 250° C dauerhaft eingesetzt

werden. Zwar würde sich Polyphenylensulfon (PPS) als matrixbildende Kunststoffkomponente eines Gleitschichtmaterials aufgrund seiner Temperaturstabilität bis 260° C zumindest grundsätzlich eignen; PPS bildet jedoch eine im Hinblick auf ihr Haltevermögen ungenügende Matrix, die gerade beim Umformen zum Aufplatzen neigt und auch im Hinblick auf ihre tribologische Leistungsfähigkeit an diejenige von PEEK nicht anzuschließen vermag.

Die vorliegende Erfindung schließt zwar nicht aus, dass neben PEEK als matrixbildender Kunststoffkomponente noch ein oder mehrere weitere Thermoplaste in dem Gleitschichtmaterial enthalten sein dürfen. Ihr Anteil sollte aber nicht mehr als 20 Gew.-%, insbesondere nicht mehr als 10 Gew.-% des Anteils der Kunststoffkomponente in dem Gleitschichtmaterial betragen. Vorzugsweise ist die Kunststoffkomponente zu 100 % von PEEK gebildet.

Es ist zwar beispielsweise ein Gleitschichtmaterial mit PEEK als matrixbildender Kunststoffkomponente und mit 10 Gew.-% Kohlenstofffasern sowie 10 Gew.-% PTFE und 10 Gew.-% Graphit im Handel erhältlich. Durch einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer porösen Trägerschicht und mit dem bekannten, in die Poren der Trägerschicht eingebrachten Gleitschichtmaterial lässt sich jedoch keine Hochtemperaturstabilität erzielen. Bei Messungen der spezifischen Verschleißrate auf einem Stift-Scheibe-Prüfstand zeigte der Gleitlagerverbundwerkstoff mit bekanntem Gleitschichtmaterial einen Totalausfall bei

Temperaturen von 150° C, während sich das erfindungsgemäße Gleitschichtmaterial mit 3 bis 15 Gew.-%, insbesondere mit 5 - 15 Gew.-% Zinksulfid als Schmierstoff und 3 bis 15 Gew.-%, insbesondere 5 - 15 Gew.-% Titandioxid als härtender Komponente sowie 5 bis 15 Gew.-% Kohlenstofffasern durch hervorragende Ergebnisse auszeichnet. Obschon der Reibkoeffizient des bekannten Gleitschichtmaterials an sich sehr zufriedenstellend ist, und zwar auch bei hohen Temperaturen, verschleißt dieser Werkstoff bei hohen Temperaturen von oberhalb 150° C sehr rasch.

Die gegenüber dem bekannten Werkstoff verbesserte spezifische Verschleißrate wird auf den Zusatz von 3 bis 15 Gew.-%, insbesondere 5 - 15 Gew.-% der härtenden Komponente in Form von Titandioxid und/oder Siliciumcarbid zurückgeführt. Vorzugsweise wird diese härtende Komponente in Form feiner Teilchen mit einem D50-Wert der Teilchengröße von höchstens 500 nm, vorzugsweise von höchstens 400 nm, und insbesondere von 100 - 350 nm gewählt, damit sie den Reibkoeffizienten nicht negativ beeinflussen. Der vorerwähnte D50-Wert der Teilchengröße bezeichnet eine Teilchengröße, bezüglich der 50 Gew.% des betreffenden Stoffs mit einer demgegenüber größeren Teilchengröße und 50 Gew.% mit einer demgegenüber kleineren Teilchengröße vorliegen. Da es sich bei den zuzusetzenden Schmierstoffpartikeln und bei den Partikeln der härtenden Komponente in Form von Titandioxid und/oder Siliziumcarbid um in technischen Verfahren herzustellende bzw. nach technischen Verfahren sortierte pulverförmige Partikel handelt, wird

üblicherweise eine glockenförmige oder annähernd Normalverteilungsform aufweisende Teilchengrößenverteilungskurve resultieren. Der D50-Wert der Teilchengröße wird dann in der Nähe des Maximums der glockenförmigen Verteilungskurve liegen. Es erweist sich im Sinne der vorliegenden Erfindung als vorteilhaft, wenn die glockenförmige Verteilungskurve derart ist, dass wenigstens 60%, insbesondere wenigstens 70% und vorzugsweise wenigstens 80 Gew.% des betreffenden Stoffs mit einer Teilchengröße innerhalb eines Teilchengrößenbereichs um das Glockenmaximum herum oder um den D50-Wert herum von  $\pm 50\%$  dieses Werts vorliegen, also beispielsweise bei einem D50-Wert von 330 nm in einem Teilchengrößenbereich von 330nm  $\pm$  165 nm, also von 165 nm bis 495 nm liegen.

Es hat sich des Weiteren als zweckmäßig erwiesen, wenn eine Teilchengrößenverteilung derart ist, dass der Summenrückstand in Gewichtsprozent bei einer Siebanalyse mit variierender Maschenweite  $t$ , insbesondere zwischen 1  $\mu$ m und 100 nm, durch folgende Beziehung beschrieben werden kann:

$$S = 100 \cdot e^{-\left(\frac{t}{d}\right)^\beta}$$

wobei in besonders vorteilhafter Weise die charakteristische Korngröße  $d$  zwischen 0,34 und 0,54  $\mu$ m und der Formparameter  $\beta$  der Verteilung zwischen 2,4 und 3,4 beträgt. Eine bevorzugte Verteilung ist gekennzeichnet durch eine charakteristische

Korngröße von 0,440  $\mu\text{m}$  (440 nm) und einem Formparameter  $\beta$  von 2,87.

Es wurde ferner festgestellt, dass bei dem erfindungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoff gerade unter Extremlastbedingungen auf den Zusatz von PTFE, das in üblichen Gleitwerkstoffen zwischen 2 und 15 Gew.-% vorhanden ist, verzichtet werden kann. Es wird davon ausgegangen, dass der an sich erwünschte Einfluss von PTFE auf die tribologischen Eigenschaften einer Werkstoffzusammensetzung von der beanspruchten Komponente Zinksulfid und der alternativ oder additiv hierzu beanspruchten Komponente Bariumsulfat ersetzt wird.

Durch den Zusatz von Kohlenstofffasern wird die Gleitschicht des Gleitlagerverbundwerkstoffs verstärkt, indem ihre Steifigkeit und Festigkeit, aber auch ihre Kriechfestigkeit, erhöht wird. Ferner wird der Verschleißwiderstand durch Kohlenstofffasern erhöht. Besondere Bedeutung kommt auch dem Aspekt der Wärmeleitfähigkeit zu, der durch Kohlenstofffasern in der Gleitschicht verbessert wird. Diese führen dazu, dass eine Überhitzung der Gleitschicht verhindert wird, indem die beim Betrieb unmittelbar an der Oberfläche der Gleitschicht auftretende Reibungswärme an das Innere des Gleitlagerverbundwerkstoffs, insbesondere an die metallische Komponente einer gegebenenfalls vorgesehenen porösen Trägerschicht oder direkt an die metallische Stützschiicht abgeführt wird.

Es erweist sich nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als vorteilhaft, wenn es sich bei den Kohlenstofffasern um Kurzfasern einer Länge von 50 bis 250  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 60 bis 150  $\mu\text{m}$  handelt. Es wurde nämlich festgestellt, dass solchenfalls eine homogene Verteilung der Kohlenstofffasern im Gleitschichtmaterial auch innerhalb der Poren der gegebenenfalls vorgesehenen porösen Trägerschicht erreicht wird. Hierdurch kann die Wärmeleitfähigkeit weiter verbessert werden, indem die entstehende Wärme an die poröse Trägerschicht effektiv abgeleitet werden kann. Wenn nämlich die Kohlenstofffasern die angegebene Länge aufweisen, so lassen sie sich in die Poren der gegebenenfalls vorgesehenen porösen Trägerschicht einbringen, was bei längeren Fasern schwierig ist, so dass dort die Kohlenstofffasern meist nur oberhalb der Trägerschicht in der Gleitschicht enthalten sind. Die Wärmeableitung ist dann oft unzureichend.

Im Hinblick auf eine homogene Verteilung des Schmierstoffs erweist es sich als vorteilhaft, wenn der Schmierstoff, also Zinksulfid und/oder Bariumsulfat, in Form feiner Teilchen mit einem D50-Wert der Teilchengröße von höchstens 500 nm, vorzugsweise von höchstens 400 nm und insbesondere von 100 - 350 nm vorliegen.

Weiter erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Gleitschichtmaterial Zusätze von Graphitpartikeln in einem gewichtsprozentualen Anteil bezogen auf die Masse des



Gleitschichtmaterials von 5 bis 15 Gew.-% aufweist. Die Graphitpartikel sollten vorzugsweise als feine Partikel einer Teilchengröße von maximal 15  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 1 - 10  $\mu\text{m}$  und vorzugsweise von 1 - 5  $\mu\text{m}$  vorliegen.

Zur Erläuterung der verbesserten Temperaturstabilität des erfindungsgemäßen Werkstoffs wird nachfolgend auf die Darstellung von Messergebnissen der spezifischen Verschleißrate auf einem Stift-Scheibe-Prüfstand nach Figur 1 hingewiesen.

Es wurde dort eine in der Figur dargestellte Anordnung gewählt, wobei der zu testende Gleitlagerverbundwerkstoff durch den dort angedeuteten Stift gebildet ist, der unter einer Flächenpressung von 0,5 MPa gegen einen gleitenden ringförmigen Gegenkörper aus 100Cr6,  $R_a = 0,1$  bis 0,2  $\mu\text{m}$  gleitet. Die Gleitgeschwindigkeit betrug 1,57 m/sec. Es wurde ein Trockenlauf, also ungeschmiert, getestet. Die Versuchsdauer betrug 20 Stunden. Es wurde bei zwei Prüftemperaturen, nämlich 23° und 150° C, getestet.

Ein erster Vergleichswerkstoff mit der Bezeichnung P23 umfasst ein Gleitschichtmaterial mit PVDF als matrixbildender Kunststoffkomponente, in welche als Schmierstoff Blei und PTFE eingelagert ist. Ferner wurde untersucht ein Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Gleitschicht aus einem bekannten Gleitschichtmaterial der eingangs beschriebenen Art mit einer Matrix aus PEEK und 10 Gew.-% Kohlenstofffasern, 10

Gew.-% PTFE und 10 Gew.-% Graphit. Dieser Gleitlagerverbundwerkstoff ist als PEEK4 bezeichnet. Schließlich wurde ein erfindungsgemäßer Werkstoff mit der Bezeichnung PEEK6 getestet, dessen Matrix aus PEEK gebildet war mit 10 Gew.-% ZnS, 10 Gew.-% Kohlenstofffasern, 10 Gew.-% Graphit und 10 Gew.-%  $\text{TiO}_2$ . Die vorstehenden gewichtsprozentualen Angaben beziehen sich jeweils auf die Gesamtmasse des Gleitschichtmaterials. ZnS und  $\text{TiO}_2$  lagen in einer Teilchengrößenverteilung mit einem D50-Wert von etwa 300 nm vor. Der jeweilige Gleitlagerverbundwerkstoff umfasste eine metallische Stützschiicht aus Stahl und eine darauf aufgebraachte poröse Trägerschicht aus Bronze, in deren Poren das die Gleitschicht bildende Gleitschichtmaterial mit einem Überstand über dieses Trägerschicht eingebracht wurde.

Die Bestimmung der spezifischen Verschleißrate während einer Versuchsdauer von 20 Stunden zeigte bei den bekannten Werkstoffen P23 und PEEK4 einen Totalverschleiß, was bedeutet, das ihre Gleitschicht sowie die poröse Trägerschicht vollständig bis auf die aus Stahl bestehende Stützschiicht abgerieben wurden. Der erfindungsgemäße Werkstoff PEEK6 hingegen zeichnet sich durch eine hervorragende spezifische Verschleißrate von weniger als  $1 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{Nm}$  aus.

Es wurde des weiteren festgestellt, dass das erfindungsgemäße Gleitschichtmaterial hervorragend auf einer metallischen Stützschiicht haftet und demgemäß auf eine poröse Trägerschicht auch verzichtet werden kann.

Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Gleitlagerverbundwerkstoffs nach Anspruch 1, wobei das erfindungsgemäße Verfahren die im Anspruch 7 erwähnten Verfahrensschritte umfasst. Durch das Extrudieren des Kunststoffgleitmaterials in eine dünne Bandform, das Aufbringen des Bands auf das erhitzte Trägerband ergeben sich wesentliche Vorteile, und zwar hat es sich gezeigt, dass das Kunststoffgleitmaterial auf diese Weise ohne vorheriges Zermahlen zu erfordern in die Poren der porösen Trägerschicht eingebracht werden kann.

## Patentansprüche

1. Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer metallischen Stützschiicht, gegebenenfalls mit einer darauf aufgetrachten porösen Trägerschiicht, und mit einer eine Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden bleifreien Gleitschiicht mit einem Gleitschiichtmaterial auf Kunststoffbasis, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gleitschiichtmaterial PEEK als matrixbildende Kunststoffkomponente und ferner einen Schmierstoff in Form von 3 - 15 Gew.-% Zinksulfid und/oder Bariumsulfat und eine härtende Komponente in Form von 3 - 15 Gew.-% Titandioxid und/oder Siliziumcarbid und zusätzlich 5 - 25 Gew.-% Kohlenstofffasern aufweist.
2. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmierstoff in Form feiner Teilchen mit einem D50-Wert der Teilchengröße von höchstens 500 nm, vorzugsweise von höchstens 400 nm vorliegt.
3. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die härtende Komponente in Form feiner Teilchen mit einem D50-Wert der Teilchengröße von höchstens 500 nm, vorzugsweise von höchstens 400 nm vorliegt.

4. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlenstofffasern eine Länge von 50 - 250  $\mu\text{m}$ , insbesondere 60 - 150  $\mu\text{m}$  aufweisen.
5. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlenstofffasern eine Dicke von 8 - 15  $\mu\text{m}$  aufweisen.
6. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial Zusätze von Graphitpartikeln in einem gewichtsprozentualen Anteil bezogen auf die Masse des Gleitschichtmaterials von 5 - 15 Gew.-% aufweist.
7. Verfahren zum Herstellen eines Gleitlagerverbundwerkstoffs nach Anspruch 1, umfassend:
  - Zuführen eines die Trägerschicht bildenden Bandmaterials und Vorerwärmen des Bandmaterials,
  - Bilden eines bandförmigen Gleitschichtmaterials aus dem zuvor gemischten und erschmolzenen Gleitschichtmaterial durch Extrudieren der Schmelze,
  - Zuführen des bandförmigen Gleitschichtmaterials auf das die Trägerschicht bildende Bandmaterial und

Zusammenfügen unter Druck und bei Temperaturen von  
300 bis 500 C°.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer metallischen Stützschiicht, gegebenenfalls mit einer darauf aufgetragenen porösen Trägerschiicht, und mit einer Gleitfläche für einen Gleitpartner bildenden bleifreien Gleitschiicht mit einem Gleitschiichtmaterial auf Kunststoffbasis, der Gleitlagerverbundwerkstoff ist dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschiichtmaterial PEEK als matrixbildende Kunststoffkomponente und ferner einen Schmierstoff in Form von 3 - 15 Gew.-% Zinksulfid und/oder Bariumsulfat und eine härtende Komponente in Form von 3 - 15 Gew.-% Titandioxid und/oder Siliziumcarbid und zusätzlich 5 - 25 Gew.-% Kohlenstofffasern aufweist.

# Spezif. Verschleißrate $\dot{w}_s$ [ $10^{-6}$ mm<sup>3</sup>/Nm]

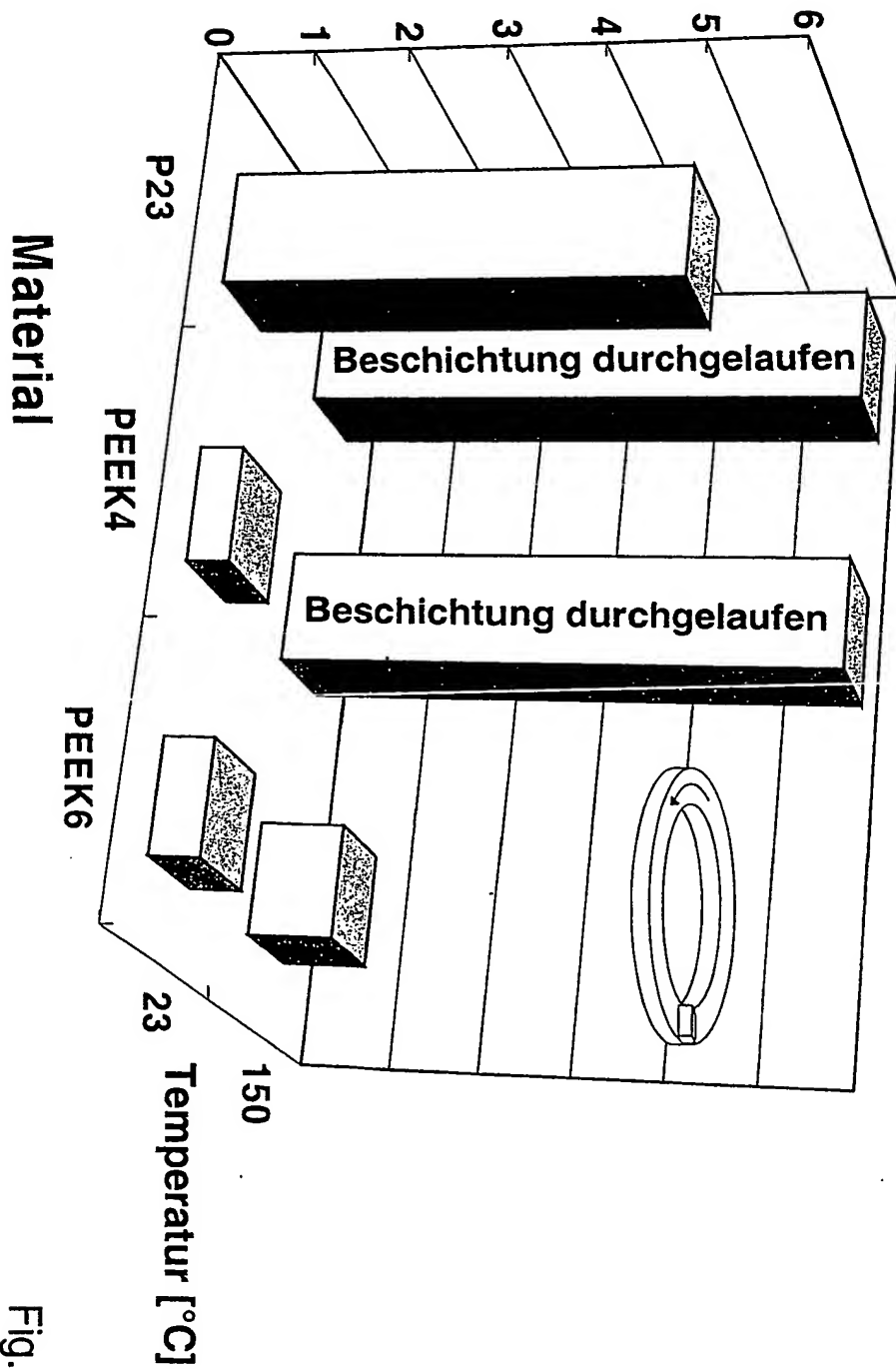


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**